

# 課題難度の違いが児童の座位姿勢に与える影響

名古屋大学大学院医学系研究科

リハビリテーション療法学専攻

五十嵐 剛

平成 27 年度学位申請論文

課題難度の違いが児童の座位姿勢に与える影響

名古屋大学大学院医学系研究科

リハビリテーション療法学専攻

(指導：辛島 千恵子 教授)

五十嵐 剛

# 課題難度の違いが児童の座位姿勢に与える影響

リハビリテーション療法学専攻

五十嵐 剛

指導教員 辛島 千恵子

## (論文要旨)

【背景】姿勢保持と認知課題を同時に行う二重課題では、姿勢保持と認知課題遂行に注意を配分する必要があることから、姿勢が不安定になる可能性が指摘されている。しかしながら、姿勢保持と認知課題遂行との関係について児童の座位姿勢に関する知見は不十分である。児童の座位姿勢と認知課題遂行との関係を明らかにすることは、特別支援教育での通常学級訪問活動に参加する作業療法士にとって、認知課題に取り組む児童に対する指導方法を提言する上でも重要である。本研究の目的は、認知課題の遂行が児童の座位姿勢に与える影響を明らかにすることである。

【方法】本研究の参加に同意を得られた、A小学校通常学級の小学4年生28名を対象とした。対象児童はコントロール課題（姿勢保持）と、姿勢保持と並行した2種類の認知課題（簡単な計算課題と難しい計算課題）を実施し、各課題中の表面筋電図、座圧中心変動を記録した。表面筋電図は内腹斜筋と腰部多裂筋の活動を計測し、座圧中心変動は前後、左右方向への最大振幅幅を計測した。

【結果】コントロール課題実施時と比較して認知課題実施時には右腰部多裂筋以外の筋活動量が有意に低下し、難しい計算課題実施時には簡単な計算課題実施時と比較しても右腰部多裂筋以外の筋活動量が有意に低下した( $p<0.05$ )。前後方向の座圧中心最大振幅幅は、コントロール課題実施時と比較して難しい計算課題実施時に有意に拡大した( $p<0.05$ )。筋活動量と前後方向の座圧中心最大振幅幅の間には有意な相関関係を認めた( $p<0.05$ )。筋活動量や座圧中心最大振幅幅の値と認知課題の正答率との間には有意な関係性を認めなかった。

【考察】Cross-domain competition modelでは認知課題の難度が向上すると姿勢制御が低下するとされているが、本研究においてもそれと同様の結果が得られた。認知課題の実施に伴い姿勢に配分される注意量が低下したことで、姿勢保持に必要な筋活動量が低下し骨盤の前傾や腰椎の前彎が崩れたため、前後方向の座圧中心最大振幅幅が拡大したと考えられる。

# Effect of cognitive load on seating posture in children

## 課題難度の違いが児童の座位姿勢に与える影響

Go Igarashi, Chieko Karashima

### (Abstract)

**【Background】** Although children are frequently required to sit upright, it is often difficult to maintain this posture when performing cognitive tasks. Information about the relationship between a cognitive tasks and control of seating posture is important for children to complete tasks more effectively. The purpose of this study is to investigate the effect of cognitive tasks on seating posture in children.

**【Methods】** Participants were 28 typically developed 4<sup>th</sup> grade children. To determine the muscle activity and body sway of children in a seating posture while performing cognitive tasks, changes in muscle activity and center of pressure (COP) were recorded while children performed arithmetic tasks. Electromyography was recorded from the internal oblique and lumbar multifidus muscles of bilateral and the COP was recorded using a baropodometer placed on the stool. These variables were measured during easy (EA) and difficult (DA) arithmetic tasks.

**【Results】** EMG activity significantly decreased during the EA and DA tasks, while the COP was displaced in the DA task ( $p<0.05$ ). EMG activity was significantly correlated with the anterior-posterior displacement of the COP ( $p<0.05$ ). The results of the arithmetic tasks were not related to the EMG or COP changes.

**【Discussion】** Attention to maintain a seated posture may be reduced when children perform cognitive tasks. A cross-domain competition model of attention may explain the changes in postural control during cognitive tasks.

## 目次

1. はじめに	p. 1
2. 方法	p. 3
2.1 対象	
2.2 研究デザイン	
2.3 手順	
2.4 実施課題	
2.4.1 座位保持課題（コントロール課題）	
2.4.2 認知課題	
2.5 データ収集	
2.5.1 表面筋電図（electromyography; EMG）	
2.5.2 座圧中心計測	
2.5.3 アンケート調査	
2.6 解析方法	
3. 結果	p. 10
3.1 認知課題の難度に対するアンケート結果と認知課題の正答率の結果	
3.2 各課題実施中の筋活動量（%EMG）の結果	
3.3 各課題実施中の座圧中心最大振幅幅の結果	
4. 考察	p. 12
4.1 各課題実施中の筋活動量（%EMG）に関する考察	
4.2 各課題実施中の座圧中心最大振幅幅に関する考察	
4.3 %EMG，座圧中心最大振幅幅と認知課題正答率との関係性に関する考察	
4.4 臨床応用への可能性と今後の課題	
研究の限界	p. 21
結論	p. 21

謝辞

引用文献

図表

## 1. はじめに

学習課題に取り組む最も基本的な姿勢は座位である。人が座位をとっている時、多くの場合姿勢を保つこと自体にはほとんど注意を向けられておらず、姿勢保持機能は自動化されている。そのため人は字を書いたり、本を読んだり、計算をしたりといった、より注意を必要とする活動に取り組むことができる。しかしながら、例えば背筋をしっかりと伸ばした座位を保つよう強いられた場合には、腹筋群や背筋群について一定の筋活動を維持するよう注意を向ける必要がある(O'Sullivan et al, 2006)。そのような状況下で並行して何らかの課題に取り組む場合には、姿勢保持と課題への取り組みを同時に行う二重課題となる可能性がある。二重課題実施下においては、注意などの認知資源をそれぞれの課題に配分する必要があるため、この注意の配分がそれぞれの課題遂行結果に影響し得るとされている(Woollacott et al, 2002)。そして、認知資源が二重課題に必要とされる量に満たない場合には、一度に二つ以上の課題をこなすことが難しいとされている(Pratt et al, 2011)。

二重課題下での姿勢制御について、Jamet ら（2007）は認知課題が姿勢制御に与える影響は年齢層によって異なることを報告しており、Melzer ら（2010）は認知課題遂行時にはとりわけ高齢者において、Center of Pressure(COP)の総軌跡長や外周面積、振幅幅が大きくなるとしている。Laufer ら（2008）は5歳の子どもにおいても、認知課題実施中には立位での COP 振幅幅が拡大したと報告している。Weeks ら（2003）は手指を用いた運動課題を実施した場合にも COP 振幅幅が拡大したとしており、Rankin ら（2000）は認知課題

実施中には姿勢保持に関わる筋活動量が減少したことを報告している。その他にも二重課題下では姿勢制御が低下することを報告した研究は数多く存在するが(Blanchard et al, 2005; Fraizer et al, 2008; Höglund et al, 2009; Legrand et al, 2012; Pellecchia, 2003; Redfern et al, 2001), その殆どは成人や高齢を対象としたものや立位姿勢を対象としたものであり、子どもの座位姿勢を対象とした報告は知りうる限り存在しない。その一方で、子どもは二重課題に用いられる認知資源が成人と比較して未熟であることが指摘されていることから(Olivier et al, 2010; Palluel et al, 2010; Reilly et al, 2008; Schmid et al, 2007), 認知課題の遂行が姿勢保持に与える影響は大きいことが予測される。

一方、我が国においては 2007 年の特別支援教育制度開始以降、作業療法士も特別支援学校や一般小学校の通常学級などへの訪問活動を始めており、特に通常学級での訪問活動では、障害に関する医学的診断の有無によらず特別な教育ニーズを有する児童を中心として幅広く支援を行う必要性が生じている。特に教員は児童の座位姿勢についても注意を払っており、通常学級への訪問活動を通じて、特別な教育ニーズの有無を問わず児童が学習課題に取り組んでいる時に座位姿勢が目について悪いと感じる場合には、それを正すよう指導する場面をたびたび観察する。実際に授業中に座位姿勢が悪いと観察される内容としては、「全体的な体の傾き、ねじれ」「前方へのすべり座り」などが報告されている(Geldhof et al, 2007; Katsura, 2008; Murphy et al, 2004; Saarni et al, 2007)。そして、確かにこのような姿勢の悪さは頸部痛・背部痛・腰部痛といった運動器疾患のリスクファクターとな

る可能性が指摘されている(Geldhof et al, 2007; Murphy et al, 2004). しかしながら, 前述したように子どもが認知課題に取り組むことは姿勢保持に影響を与えることが予測されるため, 教員から見て悪い姿勢を正すよう指導することが場合によっては児童の課題遂行を妨げてしまっている可能性もあり, 必要な姿勢指導も児童の課題への取り組みを妨げないよう行うことが望ましい. そのため, 認知課題の遂行が座位姿勢に与える影響について明らかにすることは, 認知課題に取り組む児童に対するより良い指導方法を提言するために重要であると同時に, 認知課題への取り組みを妨げない形で姿勢指導を行うための知見となるものであると言える.

そのため本研究は, 小学校の通常学級に通う児童を対象として, 認知課題の遂行が座位姿勢に与える影響を明らかにすることを目的とした. 本研究の仮説を以下に示す. 「仮説 1: 立位姿勢同様, 座位姿勢においても認知課題非実施時と比較して認知課題実施時には姿勢保持に関わる筋群の活動量が減少し, 座圧中心の変動が増加する」「仮説 2: 認知課題の難度が異なる場合には, 座位保持に関わる筋群の活動量や座圧中心の変動も変化する」.

## 2. 方法

### 2.1 対象

本研究は名古屋市立 A 小学校の児童を対象として実施した. 対象の選定にあたり, 成人と比較して認知資源の発達が未熟であること(Olivier et al, 2010), 研究実施者の指示内容を



十分に理解して従うことができることという、本研究の実施に必要な 2 条件を考慮した結果、小学 4 年生を対象とすることとした。対象の取り込み基準は、1) 現在通常学級に在籍していること、2) 過去に神経学的な障害や発達障害の診断を受けていないこと、とした。有意水準 5%、検出力 90%の検定に必要なサンプルサイズは 26 名と算出されたため、脱落群を考慮して 28 名の児童を対象とした。表 1 に対象児童の基本情報を示す。

研究の実施に伴い、対象児童と学校長には口頭と書面にて研究内容の説明を行い、対象児童の保護者と学校長から、研究参加の同意を書面にて得た。本研究は名古屋大学大学院医学系研究科生命倫理審査委員会の承認を得て行われた(11-610)。

## 2.2 研究デザイン

本研究は仮説検証型の研究デザインとした。座位保持中の表面筋電図(electromyography; EMG)と座圧中心の変動について認知課題を実施した場合と実施しなかった場合とで比較し、「仮説 1: 立位姿勢同様、座位姿勢においても認知課題非実施時と比較して認知課題実施時には、座位保持に関わる筋群の活動量が減少し、座圧中心の変動が増加する」「仮説 2: 認知課題の難度が異なる場合には、座位保持に関わる筋群の活動量や座圧中心の変動も変化する」という仮説を検証することとした。

## 2.3 手順

データ収集は A 小学校の教室内にて行った。事前準備として対象児童の座位下腿長を測定し、測定結果を基に対象児童それぞれが使用する椅子の高さを決定した。身長、体重の値は、データ収集の約 1 ヶ月前に A 小学校にて行われた定期健康診断時の値を参照した。

本研究で行う課題として、指定の座位姿勢を保持しながら認知課題を遂行する二重課題を 2 種類と、コントロール課題として単純な座位保持課題を対象児童に提示した。各課題を行う順番は対象児童ごとにランダム化し、課題を行う順番が結果に影響を与えないよう配慮をした。また、コントロール課題、EA、DAの間には 60 秒の休憩時間を設けた。それぞれの課題実施中には表面筋電図と座圧中心の変動を計測した。全ての課題が終了した後、認知課題の難度に関するアンケートを実施した。

## 2.4 実施課題

### 2.4.1 座位保持課題（コントロール課題）

我が国の小学校において児童は一般的に木製の椅子を使用しており、そのような椅子の多くは座位姿勢を良好に保つための特別な工夫などはされていない。本研究ではそのような一般的な小学校の椅子環境を再現するため、高さの調節が 1cm 毎に可能な木製椅子を製作して使用した。足底全体が床に接地するよう、椅子の高さは座圧中心計測に使用する圧分布シートセンサーの厚みも含めて対象児童の座位下腿長より 2cm 低くなるように調節し

た。

本研究では、先行研究を参考に“腰仙椎直立座位”を基本座位姿勢として扱い(O'Sullivan et al., 2006)、コントロール課題としてこの腰仙椎直立座位を2分間保つ座位保持課題を実施した(図1)。測定開始前には毎回、研究実施者が対象児童の座位姿勢を確認した。また、必要に応じて研究実施者が徒手的に開始肢位を調整し、無理のない姿勢であることを対象児童に確認した。対象児童に対しては以下のような指示を口頭で与えた。1) 背筋を伸ばしてお腹の下の方に少し力を入れてください。肩の力は抜いてください。2) 足は床についたまま、動かさないようにしてください。

コントロール課題実施中、対象児童にはノートパソコンのモニター画面(19.5 cm×34 cm)を見つめているよう指示をした。ノートパソコンは、対象児童から50 cm離れた机上に設置した。

#### 2.4.2 認知課題

本研究では、認知課題として簡単な計算課題(easy arithmetic task; EA)と難しい計算課題(difficult arithmetic task; DA)の2種類の課題をそれぞれ2分間ずつ実施した。EAとDAを行う際には、研究実施者が対象児童の座位姿勢が腰仙椎直立座位になっているかどうかを確認し、認知課題実施中は腰仙椎直立座位姿勢を保つように指示をした。

EAでは繰り上がりや繰り下がりを含む、2つの数字の加算減算を実施した(例; 17+6,

53-6). 計算式はノートパソコンのモニター上に映し出し、対象児童は暗算で計算したのち口頭で回答することとした。モニター上に表示する数字の大きさは  $3.5\text{cm} \times 3.5\text{cm}$  とした。回答に制限時間は設けず、対象児童が 1 問回答するごとに次の問題を提示した。回答の正誤は研究実施者が記録をし、対象児童には正誤を明らかにしなかった。EA の実施にあたり、対象児童には以下のように口頭で指示を与えた。“今の座った姿勢をできるだけ保ちながら、画面に出てくる計算問題を解いてください。答えが分かったら、答えを口に出して言ってください。”

DA も、EA と同じノートパソコンを使用して行った。DA では、繰り上がりや繰り下がりを含む 3 つの数字の四則演算を実施した (例 ;  $6 \times 7 - 19$ ,  $24 \div 3 + 57$ )。モニター上に表示される数字の大きさは、EA と同様の  $3.5\text{cm} \times 3.5\text{cm}$  とした。DA では 1 問につき 15 秒の回答制限時間を設け、対象児童が回答するか、15 秒の制限時間を超えた時点で次の問題を提示した。DA の実施にあたり、対象児童には以下のように口頭で指示を与えた。“今の座った姿勢をできるだけ保ちながら、画面に出てくる計算問題を解いてください。答えが分かったら、答えを口に出して言ってください。15 秒以内に答えられなかった時には新しい問題に変わりますので、新しい問題を解いてください。”

EA と DA の難度設定については、対象児童が所属する学級のクラス担任と相談の上、EA は小学 2 年生の正答率が 90%程度、DA は小学 5 年生の正答率が 70%程度になるよう設定をした。また、設定した課題難度が適切であったかを検討するため、EA と DA の課題正答

率（正解した問題数/提示した問題数×100）をそれぞれ算出した。

## 2.5 データ収集

### 2.5.1 表面筋電図（electromyography; EMG）

各課題実施中の体幹筋の筋活動量を EMG により計測した。計測には、The Teraview（ギガテックス社）を使用した。電極は銀-塩化銀ディスポーザブル表面電極（ECG Electrodes for Children/Pediatric 932F35, Shenfeng Medical & Health Articles Co. Ltd.）を使用し、十分な皮膚処理後に電極間距離 2cm で貼付した。本研究では、腰仙椎直立座位を保持するために必要とされている(O'Sullivan et al, 2006; Watanabe et al, 2006), 内腹斜筋と腰部多裂筋を計測の対象とした。電極貼付部位は、内腹斜筋（上前腸骨棘の 2～3cm 内側かつ 2～3cm 下方）、腰部多裂筋（L5/S1 レベルで棘突起のすぐ外側）とした。アース電極は右上前腸骨棘に貼付した。バンドパスフィルターは 10-500Hz, サンプリング周波数は 1000Hz とした。得られた波形は全波整流した後、筋積分値を算出した。

筋積分値の正規化は、等尺性収縮による最大随意収縮（maximal voluntary contraction; MVC）の相対値（%MVC）により行われるのが一般的であるが、内腹斜筋や腰部多裂筋に対しては困難である。そのため本研究では先行研究を参考に（Kobayashi et al, 1989）コントロール課題実施時の筋積分値を基準値とし、EA, DA 実施時の筋積分値をそれぞれ基準値で除すことで正規化を行い、コントロール課題実施時を 100%とした場合の EA, DA 実

施時の筋活動量の割合（%EMG）を算出することとした。

### 2.5.2 座圧中心計測

各課題実施中の座圧中心最大振幅幅を、椅子座面上に設置した圧分布シートセンサー（LL Sensor, シロク社）を使用して計測した。本研究では、座圧中心最大振幅幅を前後方向（座圧中心が最も前方に位置した点と、最も後方に位置した点の間の距離。Antero- Posterior; A-P）と左右方向（座圧中心が最も左方に位置した点と、最も右方に位置した点の間の距離。Lateral; LAT）で計測した。サンプリング周波数は 20Hz とした。

### 2.5.3 アンケート調査

EA と DA それぞれに対する、対象児童が感じた主観的な難度をアンケートにより調査した。アンケートは 5 段階のリッカート尺度を用い、EA と DA それぞれにつき 1 つを選択することとした（1: とても簡単, 2: 簡単, 3: ふつう, 4: 難しい, 5: とても難しい）。対象児童には、全ての課題が終了した後にアンケートへの回答を求めた。

## 2.6 解析方法

筋活動量に関しては、各課題実施中の%EMG を Bonferroni 法による多重比較を用いて検討した。

座圧中心最大振幅幅に関しては、各課題実施中の値を A-P, LAT 方向それぞれについて scheffe 法による多重比較を用いて検討した。また、%EMG と座圧中心最大振幅幅の関係について Spearman の順位相関係数を求め、有意検定を行った。

EA, DA 実施中の %EMG, 座圧中心最大振幅幅と認知課題の正答率との関係に関しては、Spearman の順位相関係数を求め、有意検定を行った。加えて EA と DA それぞれについて、認知課題の正答率が平均より高かった群と低かった群の 2 群に分類し、2 群間の %EMG を student t-test, 座圧中心振幅幅を Mann-Whitney の U 検定により比較した。

認知課題の難度に対するアンケート結果は符号検定により比較をし、各認知課題の正答率は Wilcoxon の符号付順位和検定により比較をした。

### 3. 結果

#### 3.1 認知課題の難度に対するアンケート結果と認知課題の正答率の結果

EA と DA の難度に対するアンケート結果を表 2 に示す。EA に関しては、「簡単」と回答した対象児童が 11 名と最も多く、DA に関しては「難しい」と回答した対象児童が 11 名で最も多かった。EA と DA の難度に対するアンケート結果には有意差を認めた ( $p<0.01$ )。

EA の課題正答率は  $95.2 \pm 7.3\%$ 、DA の課題正答率は  $64.7 \pm 28.5\%$  であり、両課題の正答率には有意差を認めた ( $p<0.01$ )。加えて、認知課題の正答率と認知課題の難度に対するアンケート結果の間には有意な負の相関関係を認めた ( $r_s = -0.64$ ,  $p<0.0001$ ) (図 2)。

### 3.2 各課題実施中の筋活動量（%EMG）の結果

各課題実施時の各筋の%EMGを表3, 4に示す. 右腰部多裂筋を除く全ての筋において, コントロール課題実施時と比較して EA, DA 実施時には%EMG が有意に低下した ( $p<0.01$ ). さらに, EA 実施時と比較して DA 実施時には, 右腰部多裂筋を除く全ての筋において%EMG が有意に低下した ( $p<0.05$ ). 認知課題実施中の%EMG と認知課題の正答率との間には, 相関関係は認めなかった (図 3). また EA と DA それぞれについて, 認知課題の正答率が平均より高かった群と低かった群の 2 群に分類し, 2 群間の%EMG を比較した結果, 両課題とも全ての筋において%EMG に有意差は認めなかった (表 5, 6).

### 3.3 各課題実施中の座圧中心最大振幅幅の結果

各課題実施中の座圧中心最大振幅幅の結果を表 7 に示す. A-P 方向に関して, コントロール課題実施時と比較して DA 実施時の座圧中心最大振幅幅は有意に大きかった ( $p<0.05$ ). LAT 方向に関しては, 各課題間の座圧中心最大振幅幅に有意差は認めなかった. 認知課題実施中の座圧中心最大振幅幅と認知課題の正答率との間には, A-P 方向, LAT 方向ともに有意な相関関係は認めなかった (図 4, 5). また, EA と DA それぞれについて, 認知課題の正答率が平均より高かった群と低かった群の 2 群に分類し, 2 群間の座圧中心最大振幅幅を比較した結果, 有意差は認めなかった (表 8).

%EMG と座圧中心最大振幅幅との相関関係について, %EMG と A-P 方向の座圧中心最



大振幅幅の間に有意な相関関係を認めた ( $r=-0.31$ ,  $p<0.05$ ) (図 6). %EMG と LAT 方向の座圧中心最大振幅幅に関しては、有意な相関関係は認めなかった (図 7).

#### 4. 考察

本研究では小学 4 年生を対象として、指定の座位姿勢を保持しながら計算問題に取り組むという二重課題を実施し、課題実施中の筋活動量 (%EMG) と座圧中心最大振幅幅を計測した. 結果, %EMG はコントロール課題実施時と比較して EA, DA 実施時には低下し、座圧中心最大振幅幅は A-P 方向について、コントロール課題実施時と比較して DA 実施時に増加した. また, %EMG や座圧中心最大振幅幅の変化と認知課題の正答率の間に関連性は認めなかった.

認知課題の難度に関するアンケートの結果と認知課題の正答率に関して、EA と DA の間には有意差を認めた. 加えて、認知課題の正答率と対象児童が回答した認知課題の主観的な難度の間には有意な負の相関関係を認めた. このことから、対象児童は認知課題の難度を妥当に判断して、アンケートに回答できていたものと考えられる. 今回、課題の内容以外については実験を通じて同条件であったため、各課題間における %EMG や座圧中心最大振幅幅の差は課題内容の違いによって生じたものとして考えられる.

#### 4.1 各課題実施中の筋活動量（%EMG）に関する考察

コントロール課題実施時と比較して、EA と DA 実施時には右腰部多裂筋を除くすべての筋について、%EMG が有意に低下した。また右腰部多裂筋を除くすべての筋について、EA 実施時と比較して DA 実施時には%EMG が有意に低下した。

姿勢保持に関わる筋活動に関する先行研究から、姿勢保持のみを行う場合と比較して認知課題遂行時には姿勢保持に関わる筋活動量が低下することが報告されている(Melzer et al, 2010; Rankin et al, 2000)。しかしながら、これらの研究報告は全て立位姿勢を対象としたものである。一方、本研究は座位姿勢を対象としており、結果的にコントロール課題実施時と比較して EA、DA 実施時には、腰仙椎直立座位を保持するために必要とされている内腹斜筋や腰部多裂筋の%EMG が低下することが確認された。認知課題実施時には姿勢保持のみを行う場合と比較して筋活動量が低下したという点で、座位姿勢であっても、立位姿勢を対象とした上記の先行研究と一致する内容の結果が得られたこととなる。

一般に座位姿勢は立位姿勢と比較して姿勢保持に必要な注意量が少なく、より無意識下で姿勢制御が行われるとされている(Roerdink et al, 2011; Woollacott et al, 2002)。本研究では、基本の座位姿勢として「腰仙椎直立座位」を用いた。腰仙椎直立座位は、骨盤前傾、腰椎は生理的前彎、胸背部はリラックスした姿勢であり、椎間板内圧が低く(Andersson et al, 1975)、椎間板や靱帯等の結合組織にかかる負担も少ないことから(Hedman et al, 1997; Adams et al, 1980)、良座位姿勢の一つとして考えられている。また、この姿勢を保つには

内腹斜筋や腰部多裂筋等、骨盤の前傾や腰椎の生理的前彎を保持するために必要な体幹筋の適切な活動が必要であることも報告されている(O'Sullivan et al, 2006; Watanabe et al, 2006). 一方で、股関節の安静肢位は屈曲 45°であり、屈曲角度が大きくなるにつれてハムストリングスなど大腿後面の筋群による骨盤後傾・腰椎後彎方向へのモーメントが大きくなるとされる(Keegan, 1953; Mandal, 1981). さらに、股関節 90°屈曲位での座位は実際には股関節からは 60°の屈曲角度しか得られず、腰椎の湾曲をフラットにすることで残りの 30°が代償される(Keegan, 1953; Mandal, 1981). そのため、腰仙椎直立座位を保持するには、意識的かつ持続的に内腹斜筋や腰部多裂筋を収縮させる必要があると考えられる. 認知課題と腰仙椎直立座位の保持を並行して行うという二重課題下においては、姿勢保持だけではなく認知課題にも注意を配分する必要があることから、姿勢保持のみを行ったコントロール課題実施時と比較して%EMG が低下したものと考えられる.

また、本研究では EA と DA の 2 種類の認知課題間においても%EMG の有意差を認めた. 具体的には、DA 実施時には EA 実施時と比較して%EMG が有意に低下した. これは、取り組む認知課題が難しくなるほど姿勢保持に関わる筋活動量が低下するという本研究の仮説を支持する結果である. Cross-domain competition model では、注意と情報処理の容量には限界があり、認知課題の内容が難しくなるほど姿勢制御は低下するとしている(Lacour et al, 2008). 対象児童に実施したアンケート結果や課題の正答率から、本研究で実施した EA と DA という 2 種類の課題の難度には明らかな差を認めている. 即ち、DA 実施時には

EA 実施時と比較して認知課題に配分される注意量が増加した結果、姿勢保持に配分される注意量が低下し筋活動量が低下したものと考えられる。

今回、右腰部多裂筋に関してはいずれの課題間においても%EMG に有意差を認めなかった。この解釈は本研究のみでは十分に検証できないが、少なくとも姿勢の左右差を視覚的には確認することができず、左右への座圧中心の偏りを詳細に分析することも困難であった。

#### 4.2 各課題実施中の座圧中心最大振幅幅に関する考察

本研究では座圧中心最大振幅幅の計測を足底接地した状態で行った。椅子座位で下腿を鉛直に置いた状態での足底への床反力は体重の 20%弱である (Nakamura et al, 2005) ことから、今回は体重の 80%強が座面にかかっていたものと考え、これにより得られた座圧中心の最大振幅幅を扱うことに妥当性がある。

A・P 方向に関して、コントロール課題実施時と比較して DA 実施時には座圧中心最大振幅幅が有意に大きくなる結果となった。また、%EMG と A・P 方向の座圧中心最大振幅幅については有意な相関関係を認めた。一方で、コントロール課題と EA、また EA と DA 間では座圧中心最大振幅幅に有意差は認めなかった。加えて、有意差を認めたコントロール課題と DA 間の座圧中心最大振幅幅も、値の違い自体はわずかであった。

%EMG と A・P 方向の座圧中心最大振幅幅の間に有意な相関関係を認めたことから、A・P

方向の座圧中心変化は主に内腹斜筋や腰部多裂筋の筋活動量の低下により骨盤の前傾や腰椎の生理的前彎が崩れたことで生じたものと考えられる(O'Sullivan et al, 2006; Watanabe et al, 2006). しかしながら, %EMG はコントロール課題, EA, DA の順に有意に低下していたのに対して, 座圧中心最大振幅幅に関してはコントロール課題と DA との間のみに有意差を認めた. このような結果となった理由の一つは, 座位という姿勢の特徴によるものと考えられる. 立位姿勢と比較して椅子に座った座位姿勢は比較的安定した状態である(Roerdink et al, 2011; Woollacott et al, 2002). 座圧中心の変化は, 足底が接地していればほぼ, 支点となる坐骨から上部の動きのみに影響される. 一方立位での重心位置の変化は, 足底を支点として全身の動きに影響される. そのため座圧中心最大振幅幅は立位姿勢の重心振幅幅と比較して, 変化量が小さくなる傾向にあると考えられる. またその他にも, 課題実施中に観察された姿勢変化の内容からこのような結果となった理由が考察される. 認知課題実施中には内腹斜筋や腰部多裂筋の筋活動量の低下から骨盤の前傾や腰椎の生理的前彎が崩れたが, 一部の対象児童はこのような姿勢変化に加えてモニターに対して顔を近づけるような動きを見せた. このような座圧中心を前方に変化させるような動きが, 骨盤の前傾や腰椎の生理的前彎が崩れたことによって生じた座圧中心の後方への変化を打ち消したことで, コントロール課題と DA の座圧中心最大振幅幅の違いそのものは小さくなったり, コントロール課題と EA, また EA と DA との間には有意差が生じなかったりしたものと考えられる.

また LAT 方向に関しては、いずれの条件間でも有意差を認めなかった。座位姿勢においては、主に左右の坐骨により体が支持される。そのため A-P 方向と比較して LAT 方向は支持基底面の広さから安定しやすく、座圧中心の変化が生じにくかったものと考えられる。

二重課題実施下における姿勢制御に関する報告は数多くあるものの、その報告結果は必ずしも一致してはおらず、現在のところ *cross-domain competition model* や *U-shaped nonlinear interaction model* といった複数の理論が提唱されている(Lacour et al, 2008)。

どちらの理論も、難しい認知課題を行う場合には姿勢保持と認知課題の両方に注意を配分する必要があることから姿勢保持機能が低下するとしている。しかしながら、*cross-domain competition model* では簡単な認知課題を行う場合でも注意を認知課題の遂行に配分することにより姿勢保持機能が低下するとしている一方で、*U-shaped nonlinear interaction model* では、姿勢制御には高度に自動化された処理過程が存在するため、姿勢保持に必要以上に集中しすぎることはむしろ自動化された処理過程を阻害してしまうとしており、簡単な認知課題の実施は注意を適度に姿勢保持から逸らすため座圧中心の変化は減少するとしている(Lacour et al, 2008; Huxhold et al, 2006)。本研究で用いた腰仙椎直立座位は、姿勢を保持するために自動化された処理過程よりもむしろ、意識的な内腹斜筋と腰部多裂筋の収縮を必要とするものであり(O'Sullivan et al, 2006; Watanabe et al, 2006)，*cross-domain competition model* に近い結果を示したものと考えられる。

#### 4.3 %EMG，座圧中心最大振幅幅と認知課題正答率との関係性に関する考察

本研究において，%EMG や座圧中心最大振幅幅の値は EA, DA とともに認知課題の正答率との関係性を認めなかった．今回，認知課題として計算問題を使用した．しかしながら，計算問題は対象児童にとって新規性のある課題ではないため，対象児童個々の計算能力には差があったものと考えられる．そのため認知課題の正答率は，対象児童個々の計算能力によっても左右されたと考えられる．

一方，正答率に関わらず認知課題遂行時には%EMG が低下して座圧中心振幅幅が拡大するという結果が得られた．これに関しては 2 種類の解釈ができると考える．1 つの解釈は，対象児童が姿勢保持に向ける注意を減少させ，認知課題に向ける注意を維持したという考え方である．このような注意配分により，筋活動量が低下し座圧中心最大振幅幅も拡大した反面，認知課題の遂行には影響を与えなかったと考えられる．もう 1 つの解釈は，筋活動量の減少や姿勢の変化は認知課題を遂行し続けるための代償的な変化であるという考え方である．しかしながらこちらの解釈は前者の解釈よりも推論的である．本研究では，認知課題実施時に「姿勢をできるだけ保ちながら課題を解くように」という指示以外は行わなかった．子どもは姿勢保持よりも認知課題に対して優先的に注意を向ける傾向がある (Melzer et al, 2010; Reilly et al, 2008) との報告もされているが，本研究において実際のところ，個々の対象児童がどの程度認知課題の遂行を優先したかは明確でない．即ち，認知課題の遂行と姿勢保持の間にトレードオフの関係が成立するかどうかについて今回の結果

から言及することはできない。

#### 4.4 臨床応用への可能性と今後の課題

本研究の結果から、認知課題実施時には認知課題非実施時と比較して、腰仙椎直立座位を保持するために必要な筋群の筋活動量が低下すること、またより難しい認知課題に取り組んでいる時には筋活動量の低下も大きくなり、座圧中心最大振幅幅も拡大することが確認された。一方で、筋活動量や座圧中心最大振幅幅の変化と認知課題の遂行結果の間には関係性を認めなかった。

上記の結果から、本研究の「仮説 1：立位姿勢同様、座位姿勢においても認知課題非実施時と比較して認知課題実施時には姿勢保持に関わる筋群の活動量が減少し、座圧中心の変動が増加する」「仮説 2：認知課題の難度が異なる場合には、座位保持に関わる筋群の活動量や座圧中心の変動も変化する」は支持されたと考えられる。しかしながら本研究は実験的に作られた環境で実施されたものであり、得られた結果をそのまま臨床場面で応用することについてはいくつかの課題が残るため、以下にそれを述べる。まず本研究では、座位姿勢保持と認知課題への取り組みを同時に行う二重課題の状況を実験的に作り出すために、意識的な筋活動が必要となる腰仙椎直立座位を用いた。さらに、認知課題の実施が座位姿勢保持に与える影響を検証するため、体の支持に利用できる物理的要素を極力排除する目的で机を用いなかった。一方で実際の学習場面、特に机上課題を行う際には、机上に前腕



を置いて体を支持する場面やノートに書き込むために体を前傾させる場面が多くあり、そのような場合には本研究で用いた腰仙椎直立座位とは異なった姿勢で活動することになる。また、本研究では通常学級に在籍している発達障害等の診断を有さない児童を対象とした。しかし、通常学級への訪問活動において特別な教育ニーズがあり支援の対象となる事例には、診断を有さないものの発達障害が疑われる場合や、既に発達障害の診断を受けている場合も多く含まれる。自閉症スペクトラム児は姿勢制御能力が低く(Paquet et al, 2015)、定型発達児と比較して机上課題遂行時に姿勢変動しやすいこと等が報告されていることから(Funahashi et al, 2014)、認知課題の実施が座位姿勢保持に対して定型発達児以上に強く影響するとも考えられるが、これも推測の域にとどまるため今後の検証が必要である。このように、本研究の実験内容と通常学級の訪問活動で実際に直面する状況とは乖離した点も多くあり、本研究の結果をそのまま臨床的に応用することには限界がある。

しかしながら本研究の結果は、作業療法士が通常学級の訪問活動で児童を観察評価するにあたり、いくつかの示唆を与えるものであると考える。本研究の結果を踏まえると、小学校などの授業場面でよく観察されるような座位姿勢の悪さは、提示された課題に注意を向けていることによって生じるある種の必然的な変化であるとも考えられる。そのため、例えば授業中、課題に取り組んでいる児童の姿勢の悪さが気になるからと直ちに姿勢を正させるような指導は、児童が課題に注意を向けることを妨害しかねない。特に難度の高い課題に取り組んでいる場合には、姿勢がある程度悪い状況も許容したほうが児童の課題遂

行を促すことができる可能性があると考えられる。これらはあくまでも仮説であり、前述したとおり本研究の結果からこれらの内容を臨床的に応用することはできない。本研究を発展させ臨床応用するためには、今後これらの仮説を検証していくことが必要である。

## 研究の限界

本研究では 1 小学校の小学 4 年生を対象としたため、得られた結果にはバイアスが生じている可能性がある。今後の研究では、対象群の追加やランダムサンプリングなどによる対象の抽出が必要である。

座圧中心を用いた姿勢評価の指標には総軌跡長や外周面積等があるため、本研究で計測した最大振幅幅との比較が必要である。

本研究では認知課題を対象児童の目の前のモニター上に表示した。このモニターを見る、という行為によって対象児童の姿勢変化が誘発された可能性も考えられる。以上のことを考慮して、今後は異なった課題の内容、また実施方法で検証する必要があると考えられる。

## 結論

通常学級に通う小学 4 年生を対象に、認知課題の遂行が座位姿勢に与える影響を検討した。結果、認知課題実施時には認知課題非実施時と比較して、腰仙椎直立座位を保持するために必要な内腹斜筋と腰部多裂筋の筋活動量が低下した。また、DA（難しい計算課題）

を行った場合には EA（簡単な計算課題）を行った場合と比較して筋活動量が低下した。DA 実施時には、認知課題非実施時と比較して前後方向の座圧中心最大振幅幅が拡大した。本研究の結果は、二重課題実施下の姿勢制御に関する理論の一つである cross-domain competition model に従うものであった。本研究の結果から認知課題の実施が座位姿勢保持においても影響することが示唆されたが、本研究の結果を臨床的に応用することについては課題も残された。

## 謝辞

本研究の実施にあたりご協力いただいた、名古屋市立 A 小学校の先生と児童の皆様，そして論文をまとめるにあたりご指導いただいた先生方に心から感謝致します。

引用文献

1. Adams, M. A., Hutton, W. C., & Stott, J. R. (1980). The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint. *Spine*, 5, 245-253.
2. Andersson, G. B., Ortengren, R., Nachemson, A. L., Elfström, G., & Broman, H. (1975). The sitting posture: an electromyographic and discometric study. *Orthop Clin North Am*, 6, 105-120.
3. Blanchard Y, Carey S, Coffey J, Cohen A, Harris T, Michlik S, Pellecchia GL (2005). The influence of concurrent cognitive tasks on postural sway in children. *Pediatric Physical Therapy* 17: 189-193.
4. Fraizer EV, Mitra S (2008). Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait Posture* 27: 271-279.
5. Funahashi Y, Karashima C, Hoshiyama M (2014). Compensatory postural sway while seated posture during tasks in children with autism spectrum disorder. *Occupational Therapy International* 21: 166-175.
6. Geldhof, E., Clercq, D. De., Bourdeaudhuij, I. De., & Cardon, G. (2007). Classroom postures of 8-12year old children. *Ergonomics* 50, 1571-1581.
7. Hedman, T. P., & Fernie, G. R. (1997). Mechanical response of the lumbar spine to seated postural loads. *Spine* 22, 734-743.

8. Höglund A, Norrlin S (2009). Influence of dual tasks on sitting postural sway in children and adolescents with myelomeningocele. *Gait Posture* 30: 424-430.
9. Jamet M, Deviterne D, Gauchard GC, Vançon G, Perrin PP (2007). Age-related part taken by attentional cognitive processes in standing postural control in a dual-task context. *Gait Posture* 25: 179-184.
10. Huxhold O, Li SC, Schmiedek F, Lindenberger U (2006). Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Research Bulletin* 69: 294-305.
11. Katsura, M. (2008). The furniture developments to improve Educational environment. *The Bulletin of Miyagi University of Education*, 121-135.
12. Keegan JJ (1953). Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 35-A: 589-603.
13. Kobayashi S, Nishimoto K, Nishimoto H, Koda T (1989). The Variety of Muscle Action for Hot and Ice Stimulations –Analysis by means of IEMG-. *Journal of the Japanese Physical Therapy Association* 16: 23-28.
14. Lacour M, Bernard-Demanze L, Dumitrescu M (2008). Posture control, aging, and attention resources: models and posture-analysis methods. *Neurophysiologie Clinique* 38: 411-421.

15. Laufer Y, Ashkenazi T, Josman N (2008). The effects of a concurrent cognitive task on the postural control of young children with and without developmental coordination disorder. *Gait Posture* 27: 347-351.
16. Legrand A, Bui-Quoc E, Doré-Mazars K, Lemoine C, Gérard CL, Bucci M P (2012). Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PLoS One* 7: e35301.
17. Mandal AC (1981). The seated man (Homo Sedens) the seated work position. Theory and practice. *Applied Ergonomics* 12: 19-26.
18. Melzer I, Liebermann DG, Krasovsky T, Oddsson LI (2010). Cognitive load affects lower limb force-time relations during voluntary rapid stepping in healthy old and young adults. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 65: 400-406.
19. Murphy, S., Buckle, P., & Stubbs, D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in schoolchildren. *Applied Ergonomics*, 35, 113-120.
20. Nakamura R, Saito H, Nagasaki H (2005). *Fundamental Kinesiology* 6<sup>th</sup> ed. Ishiyaku Publishers, Tokyo.
21. Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M, Nougier V, Assaiante C (2010). Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. *Gait Posture* 32: 494-499.

22. O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF, Farrell GT, Jefford E, Naylor CS, O'Sullivan KJ (2006). Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population. *Spine (Phila Pa 1976)* 31: E707-712.
23. Palluel E, Nougier V, Olivier I (2010). Postural control and attentional demand during adolescence. *Brain Research* 28: 151-159.
24. Paquet A, Olliac B, Golse B, Vaivre-Douret L (2015). Current knowledge on motor disorders in children with autism spectrum disorder (ASD). *Child neuropsychology* 29: 1-32.
25. Pellecchia GL (2003). Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. *Gait & Posture* 18: 29-34.
26. Pratt N, Willoughby A, Swick D (2011). Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence. *Frontiers in Human Neuroscience* 5: 57.
27. Rankin JK, Woollacott MH, Shumway-Cook A, Brown LA (2000). Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 55: M112-119.

28. Redfern MS, Jennings JR, Martin C, Furman JM (2001). Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait & Posture* 14: 211-216.
29. Reilly DS, van Donkelaar P, Saavedra S, Woollacott MH (2008). Interaction between the development of postural control and the executive function of attention. *Journal of Motor Behavior* 40: 90-102.
30. Roerdink M, Hlavackova P, Vuillerme N (2011). Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures. *Human Movement Science* 30: 203-212.
31. Saarni, L., Nygård, C. H., Kaukiainen, A., & Rimpelä, A. (2007). Are the desks and chairs at school appropriate?. *Ergonomics*, 50, 1561-1570.
32. Schmid M, Conforto S, Lopez L, D'Alessio T (2007). Cognitive load affects postural control in children. *Experimental Brain Research* 179: 375-385.
33. Weeks DL, Forget R, Mouchnino L, Gravel D, Bourbonnais D (2003). Interaction between attention demanding motor and cognitive tasks and static postural stability. *Gerontology* 49: 225-232.
34. Watanabe, S., Eguchi, A., Kobara, K., Ishida, H., & Otsuki, K. (2006). Electromyographic activity of selected trunk muscles during bicycle ergometer exercise and walking. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 46, 311-315.



35. Woollacott M, Shumway-Cook A (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & Posture* 16: 1-14.



図 1. 腰仙椎直立座位姿勢

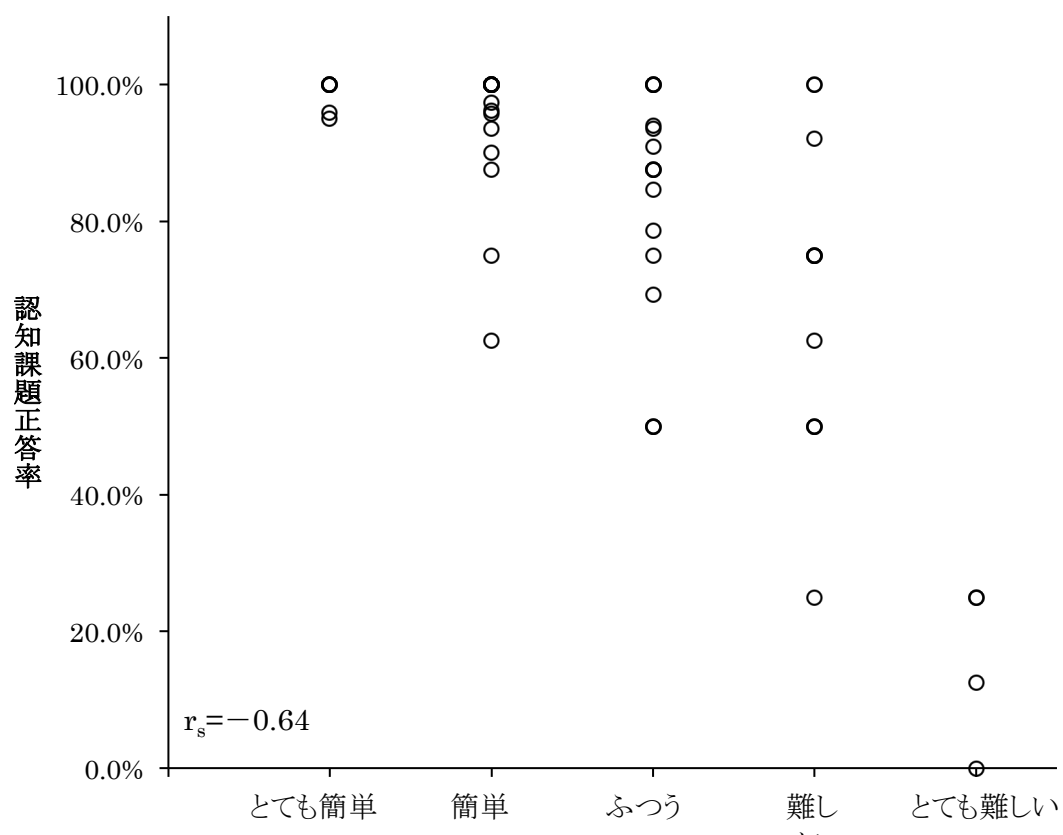


図 2. 認知課題の正答率と認知課題の難度に対するアンケート結果の関係

認知課題の正答率と認知課題の難度に対するアンケート結果の間には有意な相関関係を

認めた ( $p < 0.01$ ).

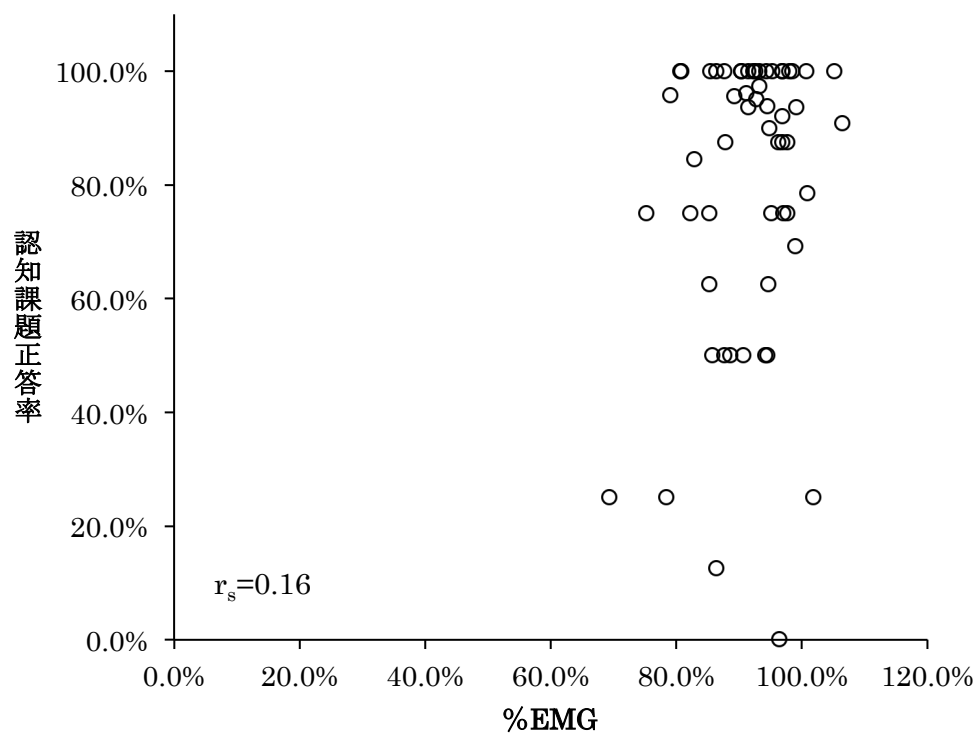


図 3. 認知課題正答率と%EMG の関係

認知課題正答率と認知課題実施中の%EMG の間に有意な相関関係は認めなかった。



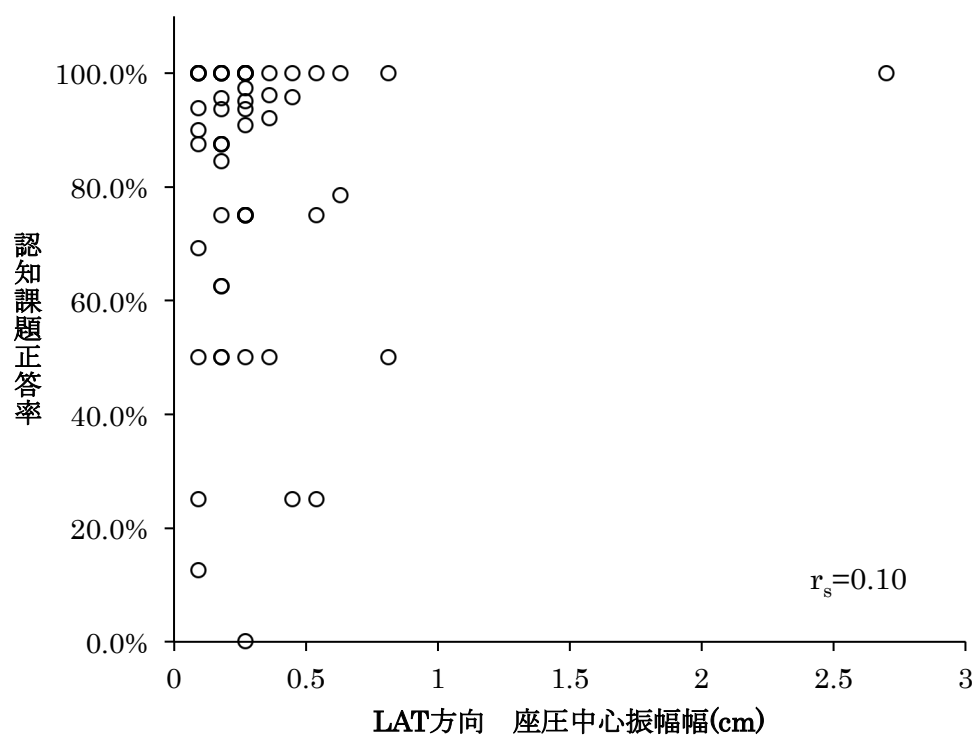


図 5. 認知課題正答率と LAT 方向座圧中心振幅幅の関係

LAT は lateral direction（左右方向）を示す．認知課題正答率と認知課題実施中の LAT 方向座圧中心振幅幅の間に有意な相関関係は認めなかった．

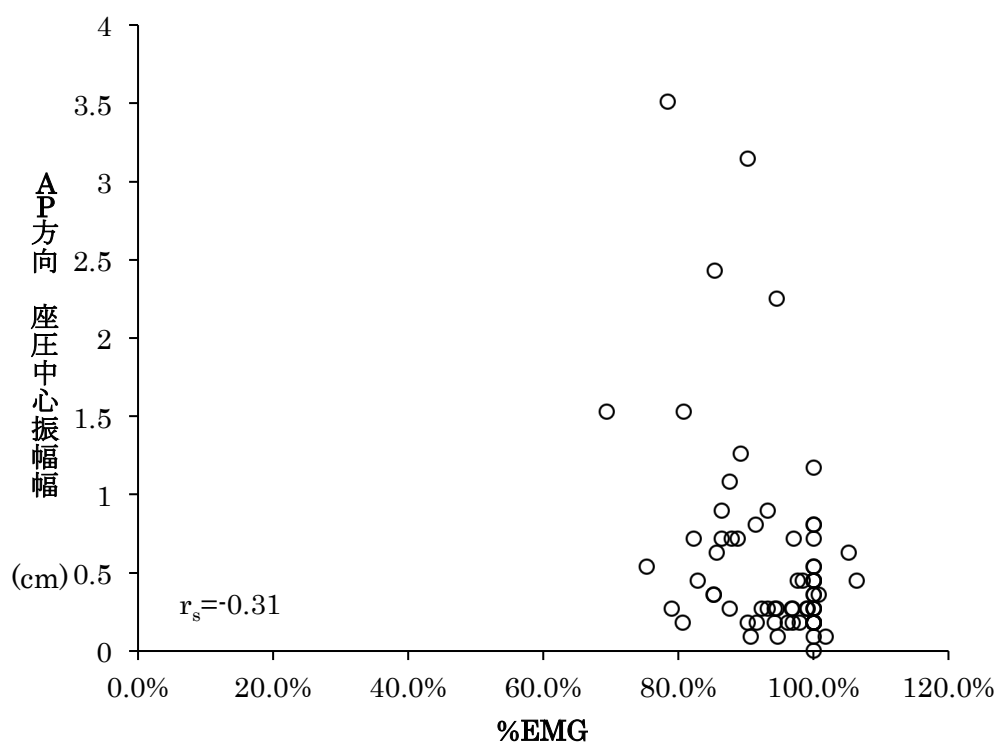


図 6. A-P 方向座圧中心振幅幅と%EMG の関係

A-P は antero-posterior direction（前後方向）を示す．A-P 方向座圧中心振幅幅と%EMG

の間には有意な相関関係を認めた ( $p < 0.05$ )

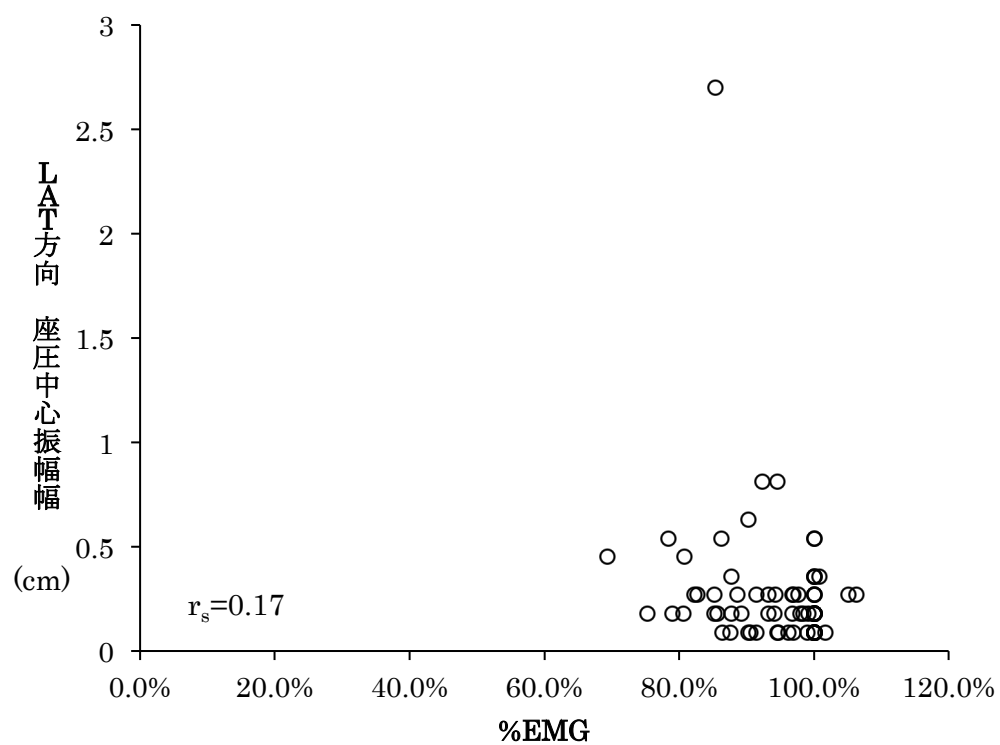


図 7. LAT 方向座圧中心振幅と%EMG の関係

LAT は lateral direction (左右方向) を示す. LAT 方向座圧中心振幅と%EMG の間に有意な相関関係は認めなかった.



表 1. 対象児童の基本情報

	男	女	合計
人数	18	10	28
身長 (cm)	136.5±6.0	136.6±6.6	136.6±6.1
体重 (kg)	35.0±10.1	30.8±5.8	33.5±8.9
座位下腿長 (cm)	35.6±1.3	35.6±1.4	35.6±1.4

身長，体重，座位下腿長の値は平均値±標準偏差を示す。

表 2. 認知課題の難度に対する対象児童へのアンケート結果 (n=28)

	とても簡単	簡単	ふつう	難しい	とても難しい
EA	7	11	9	1	0
DA	0	5	8	11	4

EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題), DA は difficult arithmetic task (難しい計算課題) を示す. 認知課題に対する対象児童の主観的な難度に関して, EA と DA の間には有意差を認めた ( $p<0.001$ ).

表 3. 認知課題実施中の左右内腹斜筋の%EMG (n=28)

	EA	DA	
右内腹斜筋 (%)	91.0±11.1	82.4±9.0	**
左内腹斜筋 (%)	91.1±10.2	87.4±10.1	**

\*\* p&lt;0.01

表中の値は平均値±標準偏差を示す. EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題), DA

は difficult arithmetic task (難しい計算課題) を示す.

表 4. 認知課題実施中の左右腰部多裂筋の%EMG (n=28)

	EA	DA	
右腰部多裂筋 (%)	98.8±9.7	97.1±9.1	n. s.
左腰部多裂筋 (%)	92.2±6.7	89.3±8.9	*

\* p&lt;0.05

表中の値は平均値±標準偏差を示す. EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題), DA

は difficult arithmetic task (難しい計算課題) を示す.

表 5. EA の正答率分類による認知課題実施中の%EMG (n=28)

	Low error rate	High error rate	
右内腹斜筋 (%)	89.0±12.5	94.2±7.8	n. s.
左内腹斜筋 (%)	90.2±10.0	92.7±7.5	n. s.
右腰部多裂筋 (%)	96.7±6.1	102.4±13.4	n. s.
左腰部多裂筋 (%)	90.2±8.9	95.4±8.8	n. s.

表中の値は平均値±標準偏差を示す。EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題) を示

す。Low error rate は認知課題の正答率が平均より高かった対象児童群, High error rate

は認知課題の正答率が平均より低かった対象児童群を示す。

表 6. DA の正答率分類による認知課題実施中の%EMG (n=28)

	Low error rate	High error rate	
右内腹斜筋 (%)	81.7±8.6	83.3±12.2	n. s.
左内腹斜筋 (%)	88.2±9.8	86.4±10.7	n. s.
右腰部多裂筋 (%)	98.9±7.2	95.0±5.6	n. s.
左腰部多裂筋 (%)	89.3±8.6	89.4±9.7	n. s.

表中の値は平均値±標準偏差を示す。DA は difficult arithmetic task (簡単な計算課題)

を示す。Low error rate は認知課題の正答率が平均より高かった対象児童群, High error

rate は認知課題の正答率が平均より低かった対象児童群を示す。

表 7. 課題実施中の座圧中心振幅幅 (n=28)

	CON	EA	DA	
A-P (cm)	0.41	0.45	0.54	*1)
LAT (cm)	0.18	0.27	0.27	n.s.

\* p&lt;0.05

表中の値は中央値を示す。A-P は antero-posterior direction (前後方向), LAT は lateral direction (左右方向) を示す。CON はコントロール課題, EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題), DA は difficult arithmetic task (難しい計算課題) を示す。1)は CON と DA との比較結果を示す。

表 8. 認知課題の正答率により分類した各群の課題実施中の座圧中心振幅幅 (n=28)

サブグループ			
EA	Low error rate	High error rate	
A-P (cm)	0.45	0.27	n. s.
LAT (cm)	0.27	0.09	n. s.
DA			
A-P (cm)	0.45	0.63	n. s.
LAT (cm)	0.27	0.18	n. s.

表中の値は中央値を示す。A-P は antero-posterior direction (前後方向), LAT は lateral direction (左右方向)を示す。EA は easy arithmetic task (簡単な計算課題), DA は difficult arithmetic task (難しい計算課題)を示す。Low error rate は認知課題の正答率が平均より高かった対象児童群, High error rate は認知課題の正答率が平均より低かった対象児童群を示す。